

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-261740

(43)公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 N 1/00

H 0 4 N 1/00

A

G 0 1 J 3/46

G 0 1 J 3/46

Z

G 0 6 T 7/00

H 0 4 N 1/41

C

H 0 4 N 1/60

17/02

Z

1/41

G 0 6 F 15/70

3 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-62711

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(22)出願日

平成10年(1998) 3月13日

(72)発明者 浅野 由紀

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

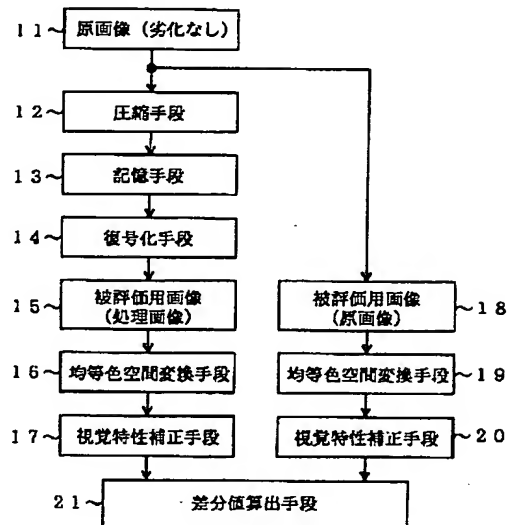
(74)代理人 弁理士 鈴木 誠 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像評価方法、装置および記録媒体

(57)【要約】

【課題】 原画像と圧縮／伸長された処理画像の画像情報に対し、色の知覚的な相違を定量的に表わした均等色空間への変換を行い、均等色空間上で観測条件に対応した人間の視覚特性で補正し、差分値を求めることによって、安定的でより高精度な画像評価を行う。

【解決手段】 原画像11(18)と、原画像11を圧縮処理12し、伸長処理14した処理画像15についてそれぞれ均等色空間成分に変換19、16し、人間の視覚の空間周波数特性に対応した補正20、17を行い、補正後の差分値21を画像品質の評価値とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原画像（以下、第 1 の画像）を圧縮した後、伸長処理した画像（以下、第 2 の画像）の画質を評価する方法であって、前記第 1、2 の画像を均等色空間成分に変換し、該変換されたそれぞれの均等色空間成分に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行い、該補正後の値の差分値を評価値として画質を評価することを特徴とする画像評価方法。

【請求項 2】 前記補正は、前記均等色空間成分を空間周波数成分に変換し、該変換された空間周波数成分に対して人間の視覚の空間周波数特性関数を乗算し、該乗算後の空間周波数成分を均等色空間成分に逆変換する補正であることを特徴とする請求項 1 記載の画像評価方法。

【請求項 3】 前記評価値は、前記均等色空間の明度成分と色度成分に対してそれぞれ所定の重み付けした値から得ることを特徴とする請求項 1 記載の画像評価方法。

【請求項 4】 前記評価値は、前記均等色空間の明度成分から得ることを特徴とする請求項 1 記載の画像評価方法。

【請求項 5】 原画像データを圧縮した後、伸長処理する手段と、前記原画像データを均等色空間上の画像データに変換する第 1 の手段と、前記伸長処理された画像データを均等色空間上の画像データに変換する第 2 の手段と、前記第 1 の手段の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第 3 の手段と、前記第 2 の手段の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第 4 の手段と、前記第 3 の手段の出力と前記第 4 の手段の出力との差分値を、前記伸長処理された画像の品質を評価する評価値として出力する手段とを備えたことを特徴とする画像評価装置。

【請求項 6】 原画像データを圧縮した後、伸長処理する機能と、前記原画像データを均等色空間上の画像データに変換する第 1 の変換機能と、前記伸長処理された画像データを均等色空間上の画像データに変換する第 2 の変換機能と、前記第 1 の変換機能の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第 1 の補正機能と、前記第 2 の変換機能の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第 2 の補正機能と、前記第 1 の補正機能の出力と前記第 2 の補正機能の出力との差分値を、前記伸長処理された画像の品質を評価する評価値として出力する機能をコンピュータに実現させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原画像を圧縮した後、伸長処理した画像を評価する画像評価方法、装置および画像評価プログラムを記録した記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より画像データ圧縮技術は、伝送時間の短縮やデータを格納する記憶媒体の容量の節約を目

的として離散コサイン変換を用いた J P E G 法などさまざまな方法が提案されてきた。

【0003】しかし、画像データ、とりわけ医療画像など画像の細部にわたってまで記憶しなくてはならないものはそのサイズが膨大になることから、画像データを符号化（圧縮）、又は復号化（伸長）する時にやむを得ず情報を切り捨てなくてはならないこともある。切り捨てのレベルは受信処理装置や伝送経路のバンド幅、記憶及びディスプレイ資源によって決まるためこれらの資源によって制限され、受信側では最も必要とされるデータだけを受け取る場合もある。

【0004】従って、処理装置で復号化された画像は、データを切り捨てる前の元の画像（以下、原画像）に対し損失画像となる場合が多く、このような画像を処理装置のディスプレイに表示またはプリンタで出力すると画像品質は劣化することになる。

【0005】画像品質を評価する方法としては、従来から画像自体が持つ画像品質の劣化要因を測定する客観（物理）評価と、画像品質に対して人間が感じる感覚を数値化する主観（心理）評価とがある。

【0006】主観評価は、例えば評価用画像を原画像と見比べることによって行われる評価方法であり、目視による画質評価である。しかしこのような評価方法では、検査者が異なったり、検査者の疲労があったりすると検査結果が異なってしまう欠点があり、定量的、かつ安定的な評価結果は得られない。

【0007】ハードコピー分野やプリンタから出力された画像の分野においては、上記した主観評価値と相関の良い客観評価値を得ようとする様々な試みが行われてきた。例えば、特開平 5 - 2 8 4 2 6 0 号公報に記載されている評価装置は、2 次元的な位置情報と光学的情報を含む被画像情報を色彩情報に変換し、その変換された 2 次元情報を周波数解析により 2 次元空間周波数情報に変換し、2 次元空間周波数情報を 1 次元化した後、人間の視覚の空間周波数特性に対応した補正を加えるものであり、濃度（明度）情報だけでなく色彩情報である彩度情報、色相情報も検出し、出力された画像に含まれるノイズ（明るさ、色変動）を評価している。

【0008】また、特開平 7 - 3 2 5 9 2 2 号公報に記載されている画像評価方法は、被評価用画像の光学情報より画像断面の濃淡分布成分を得て、濃淡分布成分を周波数解析によって空間周波数情報に変換した後、人間の目の感度特性をもつ帯域フィルタを通過させることにより、人間の視覚の周波数特性に対応した補正を加えるものであり、出力された画像のエッジの鋭さを評価している。画像のエッジの鋭さは目視上、鮮鋭性と呼ばれる。

【0009】一方、スキャナで取り込んだ画像やデジタルカメラで撮影された画像に対する評価方法も提案されている。例えば、特開平 9 - 2 8 4 4 2 9 号公報に記載されている画像評価装置は、スキャナやデジタルカメラ

で取り込んだ画像情報に対して空間周波数成分を求め、人の視覚特性に対応した補正を行った後に、均等色空間に変換したときの値を用いることにより、主観評価値との整合のとれた正確な画像品質を評価する装置である。

【0010】しかし、圧縮／伸長処理された画像データは、“処理画像を出力せずに、ディスプレイ上で”画像品質を評価する場合が多い。なぜなら画像をプリンタなどで出力すると、画像品質の劣化要因は出力機の特性に負う所が大きいため、圧縮／伸長処理による画像の劣化との区別がつかなくなるためである。

【0011】従って、前掲した特開平 5 - 2 8 4 2 6 0 号公報や特開平 7 - 3 2 5 9 2 2 号公報で記載されているような方法は、圧縮／伸長処理された画像データなど、いわゆる“信号の圧縮方式の特性”の評価には使用出来ない。

【0012】また、特開平 9 - 2 8 4 4 2 9 号公報に記

$$SNR = 10 \cdot \log_{10} \frac{255^2}{\frac{\sum (\Delta R^2 + \Delta G^2 + \Delta B^2)}{3 \cdot N}} \quad \dots \textcircled{1}$$

N ; 画素数

【0015】式 1 で表されるように、SNR は単に原画像と処理画像との差の 2 乗和であるため、原画像に対する処理画像の“忠実度”を判断するための指標と言える。

【0016】符号化関係の分野では、“いかに効率良く画像を圧縮／伸長出来るか”が課題であるために SNR のように忠実度を評価する方法が一般的であった。すなわち、これらの分野では、圧縮後の画像データのサイズを出来るだけ小さくしながら可能な限り忠実に画像を再現出来る方式が追及されてきた。

【0017】また、導出方法が比較的簡単で計算機上で容易に行え、さらに定量的な値を得ることが出来ることも SNR が主に使われてきた理由の一つであると考えられる。

【0018】しかし、SNR は画像品質の善し悪しを判断する指標にはなるが必ずしも主観を正確に反映しているとは限らない。同じ SNR を持った画像でも、画像を何らかの出力機で出力する場合や観測条件によって見え方は異なってくるため、そのような場合には新たに出力機の特性を反映した判断基準を考えるべきである。

【0019】また、処理された画像を見るのが人間である限り人間の主観が反映されていない評価方法は必ずしも優れた評価方法であるとは言えない。

【0020】例えば、特開平 5 - 1 7 6 1 7 9 号公報に記載されている評価装置は、圧縮／伸長画像を評価するとき、原画像と処理画像の画像情報に対し空間周波数スペクトルを求め、スペクトルの比較によって画像品質を評価するもので、圧縮／伸長処理された画像に対して人間の主観を反映させた評価方法である。つまり、原画像

載されている方法は一見、圧縮／伸長処理された画像データの画像品質の評価に使いそうであるが、スキャナやデジタルカメラで取り込んだデジタル画像情報そのものの画像品質を評価しており、ある意味ではスキャナやデジタルカメラなどの“画像入力装置の特性”を評価していると言える。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、圧縮方式の特性を評価する方法として、符号化関連の研究開発分野においては従来から SNR 値が用いられてきた。SNR とは原画像と処理画像の画素あたりの差分値の 2 乗和で表わされ、評価はカラー画像の場合は RGB 平面で行われる。SNR は次のような式で表わされる。

【0014】

【数 1】

と処理画像との光学情報を空間周波数情報に変換し、それぞれから人間の視覚特性に影響のあるスペクトルを取り出し、それらを比較することによって画像品質の劣化要因、及び劣化程度を評価する方法である。

【0021】しかし、この方法では“人間の視覚特性に影響のあるスペクトル”が空間周波数上のどの部分に存在するのか正確に見定める必要がある。つまり、人間の視覚の空間周波数特性は画像の観察条件によって変化するため、観測条件に対応した空間周波数とスペクトルの形を把握する必要がある。

【0022】本発明の目的は、原画像と圧縮／伸長された処理画像の画像情報に対し、色の知覚的な相違を定量的に表わした均等色空間への変換を行い、均等色空間上で観測条件に対応した人間の視覚特性で補正し、差分値を求めることによって、安定的でより高精度な画像評価を行う画像評価方法、装置および記録媒体を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、請求項 1 記載の発明では、原画像（以下、第 1 の画像）を圧縮した後、伸長処理した画像（以下、第 2 の画像）の画質を評価する方法であって、前記第 1、2 の画像を均等色空間成分に変換し、該変換されたそれぞれの均等色空間成分に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行い、該補正後の値の差分値を評価値として画質を評価することを特徴としている。

【0024】請求項 2 記載の発明では、前記補正は、前記均等色空間成分を空間周波数成分に変換し、該変換された空間周波数成分に対して人間の視覚の空間周波数特

性関数を乗算し、該乗算後の空間周波数成分を均等色空間成分に逆変換する補正であることを特徴としている。

【0025】請求項3記載の発明では、前記評価値は、前記均等色空間の明度成分と色度成分に対してそれぞれ所定の重み付けした値から得ることを特徴としている。

【0026】請求項4記載の発明では、前記評価値は、前記均等色空間の明度成分から得ることを特徴としている。

【0027】請求項5記載の発明では、原画像データを圧縮した後、伸長処理する手段と、前記原画像データを均等色空間上の画像データに変換する第1の手段と、前記伸長処理された画像データを均等色空間上の画像データに変換する第2の手段と、前記第1の手段の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第3の手段と、前記第2の手段の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第4の手段と、前記第3の手段の出力と前記第4の手段の出力との差分値を、前記伸長処理された画像の品質を評価する評価値として出力する手段とを備えたことを特徴としている。

【0028】請求項6記載の発明では、原画像データを圧縮した後、伸長処理する機能と、前記原画像データを均等色空間上の画像データに変換する第1の変換機能と、前記伸長処理された画像データを均等色空間上の画像データに変換する第2の変換機能と、前記第1の変換機能の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第1の補正機能と、前記第2の変換機能の出力に対して、人間の視覚特性に対応した補正を行う第2の補正機能と、前記第1の補正機能の出力と前記第2の補正機能の出力との差分値を、前記伸長処理された画像の品質を評価する評価値として出力する機能をコンピュータに実現させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であることを特徴としている。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図面を用いて具体的に説明する。

〈実施例1〉本発明の実施例1は、圧縮／伸長画像の画質の評価方法において、原画像と圧縮／伸長された処理画像の画像情報を均等色空間に変換し、人間の視覚特性に対応するように重みづけを行った後算出する差分値を用いて、人間の感覚と相関の良いかつ定量的な画像品質の評価値を得る実施例である。

【0030】図1は、本発明の実施例1の構成を示す。また、図2は、実施例1の処理フローチャートである。まず、図1を用いて圧縮／伸長された処理画像が得られるまでを説明する。図示しないメモリなどに格納された劣化のない原画像11に対して圧縮手段12は、情報の切り捨ておよび圧縮処理を行う（ステップ101、10

2）。圧縮された画像データストリームは記憶手段13に受信される。受信された圧縮画像データストリームは、復号化手段14によって復号化（伸長）され（ステップ103）、処理画像15が作成され（ステップ104）、図示しない処理装置のディスプレイにプレビュー又は、表示される。

【0031】このとき、復号化（伸長）された画像（処理画像）15は基本的には損失画像である。損失のレベルは、伝送路又は受信処理装置のバンド幅、記憶及びディスプレイ資源によって決まるため、場合によってはこれらの資源によって制限され、画像データの一部を切り捨てて圧縮／伸長される場合もある。

【0032】画像の圧縮方法としては離散コサイン変換を利用したJPEG方式などがある。JPEG方式は画像圧縮の標準規格である。

【0033】次に、ステップ104で得られた処理画像15、及び原画像18を均等色空間変換手段16、19によって色の知覚的な相違を定量的に表わす均等色空間に変換する（ステップ105）。

【0034】このように変換された画像の差分画像は、データ的には“差”があったとしても人間の眼には重要でない場合もあるため、視覚特性補正手段17、20によって人間の視覚の空間周波数特性に対応した補正を行う（ステップ106）。すなわち、上記の手順で導出されたデータは、知覚的な色差画像でしかも、人間が見えないようなノイズは含んでいないことになる。最後に差分値算出手段27により色差を求め、差分値を画像品質の評価値とする（ステップ107）。

【0035】ここで、具体的な例として、均等色空間変換手段16、19において、被評価用画像の画像情報を均等色空間に変換する方法について説明する。図3は、均等色空間の画像情報を得るための構成例である。原画像18、及び圧縮／伸長された処理画像15は、通常RGB信号31である。まず、RGB信号31をXYZデータ変換手段32によってXYZデータに変換する。XYZデータは、CIE標準の光D65（色温度がD65）と2度視野にもとづく三刺激値である（CIE1931表色系）。

【0036】例えば、画像データが“高精細XYZ・CIELAB・RAB標準画像（Standard high resolution image data）”（通称SHIPP）”画像であった場合、色温度D65に対するXYZデータへの変換式は次のように表わされる。

【0037】・Defined RGB data (input data) ; (R, G, B)

【0038】

【数2】

・ITU-R Rec 709 RGB data;

$$\begin{pmatrix} R'_{709} \\ G'_{709} \\ B'_{709} \end{pmatrix} = \frac{1}{K_8} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad \text{但し、} K_8 = 255$$

【0039】

【数3】

・XYZ<sub>65</sub> data;

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} R_{709}^*100 \\ G_{709}^*100 \\ B_{709}^*100 \end{pmatrix}$$

【0040】但し、

【0041】

【数4】

$$V' = \begin{cases} 1.099 \cdot V^{0.45} & (0.018 \leq V \leq 1.0) \\ 4.50 \cdot V & (0.0 \leq V \leq 0.018) \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 3.2410 & -1.5374 & -0.4956 \\ -0.9692 & 1.8760 & 0.0416 \\ 0.0556 & -0.2040 & 1.0570 \end{pmatrix}$$

20

$$\begin{aligned} L^* &= 116 f(Y/Y_n)^{1/3} - 16 & (\text{輝度}) & \dots \textcircled{2} \\ a^* &= 500 \{f(X/X_n)^{1/3} - f(Y/Y_n)^{1/3}\} \\ b^* &= 200 \{f(Y/Y_n)^{1/3} - f(Z/Z_n)^{1/3}\} \end{aligned}$$

【0046】但し、暗い色に対しては以下のような補正式がある。

$$f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3}$$

$$f(X/X_n) = 7.787(X/X_n)^{1/3} + 16/116 \quad X/X_n \geq 0.008856 (\text{暗い色})$$

$f(X/X_n)$ ,  $f(Z/Z_n)$  についても同様に求める。

【0047】

【数6】

$$X/X_n > 0.008856 (\text{明るい色})$$

$$X/X_n \geq 0.008856 (\text{暗い色})$$

$\dots \textcircled{3}$

【0048】こうして、均等色空間上の画像データが得られた。

【0049】XYZデータについては、D65光源の他にも種々の光源が存在しているがそれらに対応した変換式を用いても良い。また、均等色空間には例に挙げたL\*a\*b\*均等色空間の他にもLuv均等色空間など種々の方法が提案されているがそれらを用いてもよい。

【0050】次に、差分値算出手段21によって差分値を得るための一例を説明する。すなわち、均等色空間上

$$\Delta L^*[i,j] = L^*_{\text{original}}[i,j] - L^*_{\text{quantized}}[i,j] \quad \dots \textcircled{4}$$

【0053】こうして得られた差分画像データから求められる差分値(色差)は知覚的な色の差に等しいといえる。色差式は例えば次のように表わされる。

$$\text{色差} = \sum_{i,j} \{ \Delta L^*[i,j]^2 + \Delta a^*[i,j]^2 + \Delta b^*[i,j]^2 \}^{1/2} \quad \dots \textcircled{6}$$

【0042】次に、均等色空間変換手段33によってXYZデータを例えばL\*a\*b\*均等色空間などの均等色空間に変換する。ここで、均等色空間とは、色の知覚的な相違を定量的に表わした座標である。よって均等色空間上に変換された画像データを用いて求められた色差は知覚的な差に等しいと判断する。

【0043】L\*a\*b\*均等色空間へ変換する場合、変換式は次のように表わされる。

【0044】・L\*a\*b\*data (CIE 1976 L\*a\*b\*data) ; 人間の色知覚を反映している色空間

【0045】

【数5】

に変換され、後述するような方法によって人間の視覚特性の補正が行われた原画像と処理画像の差分画像をとる。

【0051】画素位置[i, j]の輝度の差分値 $\Delta L^*[i, j]$ は次のように表わせる。ここで、iは画像の幅方向の番号であり、jは画像の高さ方向の番号である。

【0052】

【数7】

【0054】

【数8】

【0055】〈実施例2〉実施例2では、実施例1の視覚特性に対応する重みづけとして、人間の視覚の空間周波数特性関数を使用することによって、評価値の精度を向上させている。

【0056】実施例2の人間の視覚の空間周波数に対応した画像データを得る方法を以下に説明する。図4は、実施例2の構成を示す。

【0057】以下に述べるように、視覚特性補正手段17、20によって人間の視覚の空間周波数特性に対応した補正を行い、その後、色差をとることによって評価値

$$S(f) = 1.5 * \exp(-\sigma^2 \omega^2 / 2) - \exp(-2 * \sigma^2 \omega^2)$$

...⑤

但し、 $\sigma = 2$ 、 $\omega = 2 \pi f / 60$ 、 $f = (u^2 + v^2)^{1/2}$ 、  
( $u$ 、 $v$ )；空間周波数 [cycle/degree]

【0060】次に視覚の異方性を考慮する。一般に人間は垂直、水平方向のラダーパターンに比べて45度傾いたラダーパターンを見る時は視感度が約半分に落ちると言われている。視覚の異方性は $H(f)$ 、 $G(f)$ を用

$$O(\theta, f) = H(f) + G(f) * \cos^4 2\theta$$

$$H(f) = \frac{1}{\exp\{\beta(f - fc)\} + 1}, G(f) = \frac{\exp\{\beta - (f - fc)\}}{\exp\{\beta(f - fc)\} + 1}$$

但し、 $\theta = \tan^{-1}(v/u)$ 、 $f = (u^2 + v^2)^{1/2}$ 、  
 $fc = 11.13$  [cycle/degree]、 $\beta = 8$

...⑦

【0062】但し、定数 $fc$ 及び $\beta$ は観測距離がディスプレイに表示された画像の高さの4倍である場合の値である。視覚の空間周波数特性は観測距離に依存している

$$R(u, v) = S(f) * O(\theta, f)$$

...⑧

視覚の空間周波数特性を考慮した均等色空間の画像データを得るためには、例えば、フーリエ変換を用いた空間周波数成分変換手段42によって、均等色空間上の画像データ(図4の入力データ41)を空間周波数成分に変換し、乗算手段43によって上記で求めた視覚の空間周波数特性 $R(u, v)$ を乗算する。

【0065】最後に、空間周波数成分逆変換手段44によって、均等色空間上の画像データ(図4の出力データ45)に戻す。このような方法で画像データを処理することにより、

・人間の眼には見えにくい高周波数成分のノイズなどを取り除く

・人間の眼には見えにくい色の変化を考慮しないなど、“データ上では劣化していても人間が気付かない部分は考慮しない”データを作成することになる。

【0066】視覚の空間周波数特性を求めるには種々の方法が提案されているがそれらを用いてもよい。また、空間周波数成分変換方法には上記した例に挙げたフーリ

であり、データ上で量子化(データの切り捨て)が行われていたとしても、人間がその劣化に気付かなければ画質の劣化は無いものとする。

【0058】視覚の空間周波数特性関数について説明する。この例では、網膜の神経回路をモデル化した式に異方特性を考慮し、視覚の空間周波数特性関数とする。まず、網膜の神経回路をモデル化した空間周波数特性の式は次の $S(f)$ のように表わせる。また、図5は $S(f)$ 関数である。

【0059】

【数9】

( $f$ )、 $G(f)$ 関数、図7は $O(\theta, f)$ 関数である。

【0061】

【数10】

【0063】異方性を有する視覚の空間周波数特性 $R(u, v)$ は $S(f)$ と $O(\theta, f)$ との積となり次の式で表わされる。図8は $R(u, v)$ 関数である。

【0064】

エ変換の他にもウェーブレット変換など種々の方法が提案されているがそれらを用いてもよい。

【0067】〈実施例3〉実施例3は、実施例1、実施例2で得られた均等色空間での差分値の明度成分と色度成分に対し、各々に適当な定数で補正することによって、評価値の精度を向上させる実施例である。

【0068】本実施例では、実施例1で導出された均等色空間の3つの成分、例えば $\Delta L * [i, j]$ 、 $\Delta a * [i, j]$ 、 $\Delta b * [i, j]$ に対して各々適した係数で補正した後に色差を導出する。

【0069】人間にとっては明度成分 $\Delta L * [i, j]$ の情報が最も重要であるため、各成分に補正係数で重みづけすることによって評価値の精度が向上する。補正された色差は係数 $\epsilon$ 、 $\zeta$ 、 $\xi$ を用いて例えば次のように表わされる。

【0070】

【数11】

補正された色差＝

$$\sum_{ij} \{ \varepsilon \cdot \Delta L^* [i, j]^2 + \zeta \cdot \Delta a^* [i, j]^2 + \xi \cdot \Delta b^* [i, j]^2 \}^{1/2} \dots \textcircled{9}$$

【0071】〈実施例4〉本実施例は、実施例3の均等色空間での差分値の明度成分と色度成分に対し、人間の感覚が最も敏感である明度成分のみを評価に用いることによって、より簡単に評価値を得る実施例である。

【0072】実施例4では、実施例1で導出された均等色空間の3つの成分、例えば  $\Delta L^* [i, j]$ 、 $\Delta a^* [i, j]$ 、 $\Delta b^* [i, j]$  のうち、人間にとって最  
評価値  $= \sum_{ij} | \Delta L^* [i, j] |$

【0075】次に、本発明の方法によって得られる評価値と主観評価値との関係を具体例を用いて説明する。評価用画像は、“高精細XYZ・CIELAB・RAB標準画像(Standard High Precision Picture data)(通称SHIPP)”のなかからBrideを使用した。Brideはベールをかぶった女性の画像である。

【0076】光源はXYZデータに変換する際に使用した色温度の条件に対応するように、D65の光源を使用した。また、人間の視覚の空間周波数特性を導出した時の条件に対応するように、観測距離はディスプレイ上に表示された画像の縦方向の長さの“4倍”をとった。

【0077】図9は本発明の方法で導出された客観評価値(横軸)と、主観評価実験の結果求められたサンプル画像(圧縮率を変化させた)の画質の評価点(縦軸)との相関関係を表わすグラフである。

【0078】本発明で得られた客観評価値と実際の主観評価値との寄与率は0.933であった。グラフはポイントが傾き-1の直線上に並ぶほど、本発明で導出された評価値が主観評価値を良く表わしていることを示す。ここで、寄与率とは相関係数の2乗である。

【0079】〈実施例5〉本発明は上記した実施例に限定されず、ソフトウェアによっても実現することができる。本発明をソフトウェアによって実現する場合には、図10に示すように、CPU、メモリ、表示装置、ハードディスク、キーボード、CD-ROMドライブ、マウスなどからなるコンピュータシステムを用意する。CD-ROMなどのコンピュータ読み取り可能な記録媒体には、本発明の画像評価処理機能や処理手順を実現するプログラムなどが記録されている。また、原画像および圧縮、伸長処理された画像は例えばハードディスクなどに格納されている。そして、CPUは、記録媒体から上記した処理機能、処理手順を実現するプログラムを読み出し、ハードディスクなどから読み込まれた画像の評価処理を実行し、その評価結果をディスプレイなどに表示出力する。

【0080】

も重要な情報である明度成分  $\Delta L^* [i, j]$  のみを用いて評価値を導出する。このような方法によって計算を容易にすることが出来る。

【0073】評価値は例えば次の式で表わされる。

【0074】

【数12】

...⑩

【発明の効果】以上、説明したように、請求項1、5、6記載の発明によれば、原画像と圧縮／伸長画像である被評価画像の画像情報を均等色空間に変換し、さらに人間の視覚の空間周波数特性を考慮した補正を行い、補正後の差分値を用いて画像の品質を評価しているので、人間の感覚と相関が良く高精度な画像評価値を得ることが出来る。

【0081】請求項2記載の発明によれば、空間周波数成分に対して、人間の視覚の空間周波数特性に応じた補正を加えているので、人間の感覚と相関が良く高精度な画像評価値を得ることが出来る。

【0082】請求項3記載の発明によれば、明度成分と色度成分に対し各々に適当な定数で補正を加えた後に算出される差分値を評価値としているので、人間の感覚と相関が良く高精度な画像評価値を得ることが出来る。

【0083】請求項4記載の発明によれば、明度成分から算出される差分値を評価値として用いているので、簡単な計算で人間の感覚と相関が良い画像評価値を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の構成を示す。

【図2】本発明の実施例1の処理フローチャートである。

【図3】均等色空間の画像情報を得るための構成例である。

【図4】本発明の実施例2の構成を示す。

【図5】網膜の神経回路をモデル化したときの空間周波数特性の関数を示す。

【図6】 $H(f)$ 、 $G(f)$  関数を示す。

【図7】視覚の異方性を表す  $O(\theta, f)$  関数を示す。

【図8】視覚の空間周波数特性関数を示す。

【図9】本発明によって得られた客観評価値と実験結果から得られた主観評価値との相関関係を示す。

【図10】本発明をソフトウェアによって実現する場合の構成例を示す。

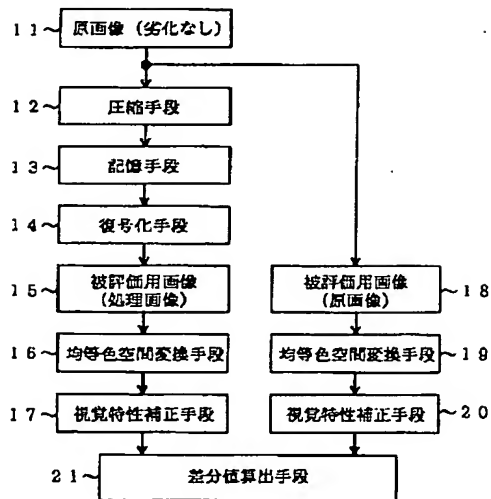
【符号の説明】

11 原画像

13

- 12 圧縮手段  
13 記憶手段  
14 復号化手段  
15 被評価用画像（処理画像）

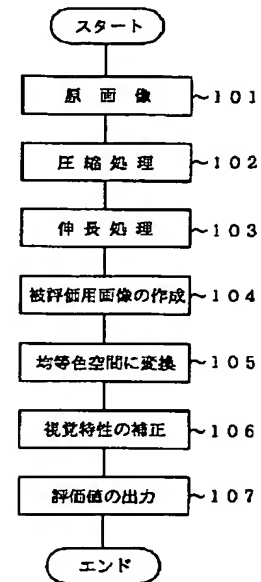
【図1】



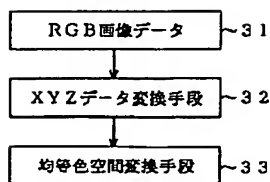
14

- 16、19 均等色空間変換手段  
17、20 視覚特性補正手段  
18 被評価用画像（原画像）  
21 差分値算出手段

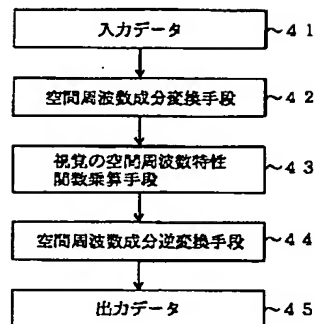
【図2】



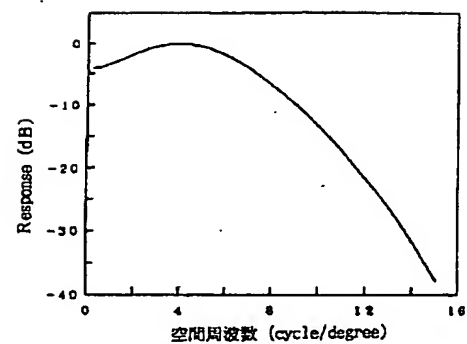
【図3】



【図4】

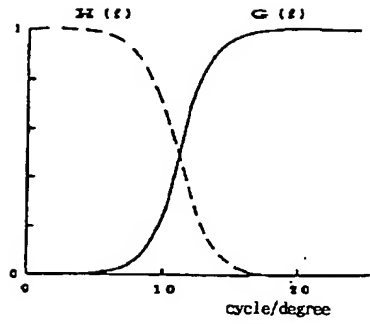


【図5】

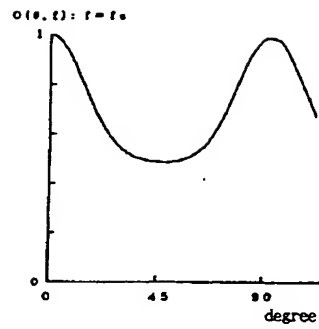




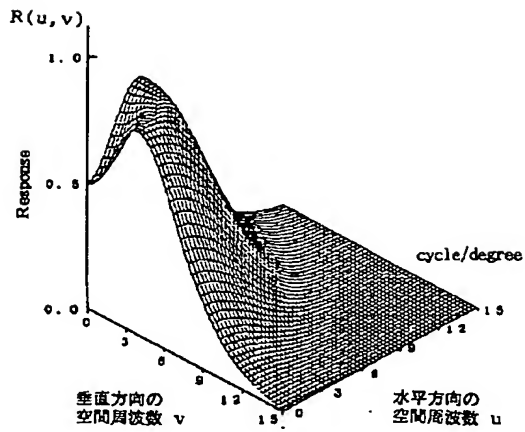
【図6】



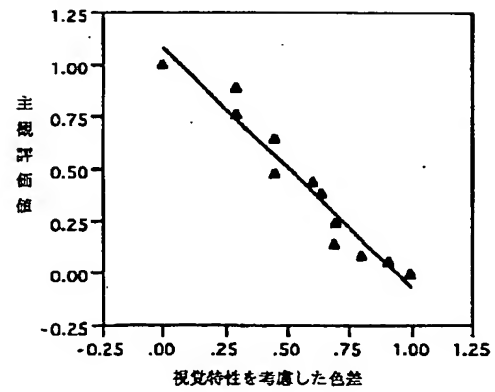
【図7】



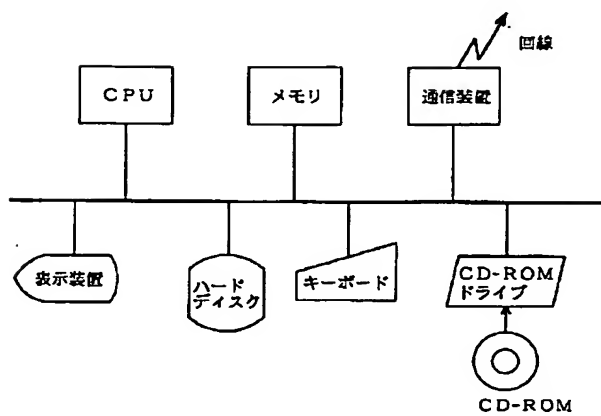
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H O 4 N 1/46		H O 4 N 1/40	D
7/24		1/46	Z
17/02		7/13	Z

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]As opposed to each uniform color space component which is the method of evaluating image quality of a picture (the following, the 2nd picture) which carried out elongation processing after compressing an original image (the following, the 1st picture), changed said the 1st and 2 picture into a uniform color space component, and was this changed, An image evaluation method performing amendment corresponding to human being's vision characteristics, and evaluating image quality by making a difference value of a value after this amendment into an evaluation value.

[Claim 2]An image evaluation method according to claim 1, wherein said amendment is amendment which changes said uniform color space component into a spatial frequency component, carries out the multiplication of the spatial-frequency-characteristics function of human being's vision to a this changed spatial frequency component, and transforms a spatial frequency component after this multiplication inversely to a uniform color space component.

[Claim 3]An image evaluation method according to claim 1 obtaining said evaluation value from a predetermined value which carried out weighting to a brightness ingredient and a chromaticity ingredient of said uniform color space, respectively.

[Claim 4]An image evaluation method according to claim 1 obtaining said evaluation value from a brightness ingredient of said uniform color space.

[Claim 5]A picture evaluation device comprising:

A means which carries out elongation processing after compressing original image data.

1st means to change said original image data into image data on uniform color space.

2nd means to change into image data on uniform color space said image data by which elongation processing was carried out.

3rd means to perform amendment corresponding to human being's vision characteristics to an output of said 1st means, A means to output a difference value of 4th means to perform amendment corresponding to human being's vision characteristics, and an output of said 3rd means and an output of said 4th means, to an output of said 2nd means as an evaluation value which evaluates quality of said picture by which elongation processing was carried out.

[Claim 6]A function which carries out elongation processing after compressing

original image data, and the 1st conversion function that changes said original image data into image data on uniform color space, The 2nd conversion function that changes into image data on uniform color space said image data by which elongation processing was carried out, The 1st correcting function that performs amendment corresponding to human being's vision characteristics to an output of said 1st conversion function, The 2nd correcting function that performs amendment corresponding to human being's vision characteristics to an output of said 2nd conversion function, A recording medium which recorded a program for making a computer realize a function which outputs a difference value of an output of said 1st correcting function, and an output of said 2nd correcting function as an evaluation value which evaluates quality of said picture by which elongation processing was carried out and in which computer reading is possible.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the recording medium which recorded the image evaluation method, device, and image evaluation program which evaluate the picture which carried out elongation processing, after compressing an original image.

[0002]

[Description of the Prior Art]Various methods, such as the JPEG method using a discrete cosine transform, have been conventionally proposed for the purpose of saving of the capacity of the storage with which image data compression art stores shortening and data of a transmission time.

[0003]However, since the size becomes huge, image data and the thing which must be memorized even by especially covering the details of pictures, such as a medical picture, may have to omit information unavoidably, when coding or (compression) decrypting image data (extension). Since the level of omission is decided with the bandwidth of a reception device or a transmission route, memory, and display resources, it is restricted by the resources of these, and only the data needed most may be received in a receiver.

[0004]Therefore, the picture decrypted with the processing unit turns into a loss picture to the original picture (the following, original image) before omitting data in many cases, and when such a picture is outputted to the display of a processing unit with a display or a printer, imaging quality will deteriorate.

[0005]There are object (physics) evaluation which measures the degradation factor of the imaging quality which the picture itself has from the former as a method of evaluating imaging quality, and subjectivity (psychology) evaluation which evaluates the feeling which human being senses to imaging quality.

[0006]Subjectivity evaluation is a valuation method performed by comparing the picture for evaluation with an original image, for example.

It is the image evaluation by viewing.

However, in such a valuation method, if testers differ or there is a tester's fatigue, there will be a fault from which an inspection result differs and a quantitative and stable evaluation result will not be obtained.

[0007]In the field of the picture outputted from the hard copy field or the printer, various trials which make the above-mentioned subjective evaluation value and a mutually related good object evaluation value profitably like have been performed. For example, the evaluation system indicated to JP,5-284260,A, After changing into colour information picture information including two-dimensional position information and optical information, changing the changed two-dimensional information into two-dimensional spatial frequency information by frequency analysis and one dimension-izing two-dimensional spatial frequency information, the amendment corresponding to the spatial frequency characteristics of human being's vision is added.

The noise (a luminosity, color variation) which detects not only concentration (brightness) information but the saturation information and hue information which are colour information, and is contained in the outputted picture is evaluated.

[0008]The image evaluation method indicated to JP,7-325922,A, After obtaining the shade distribution ingredient of a picture section and changing a shade distribution ingredient into spatial frequency information by frequency analysis from

the optical information of the picture for [ evaluating ], the amendment corresponding to the frequency characteristic of human being's vision is added by passing a band-pass filter with the sensitivity characteristic of human being's eyes. The sharpness of the edge of the outputted picture is evaluated.

The sharpness of the edge of a picture is called sharp nature on viewing.

[0009]On the other hand, the valuation method for the picture captured with the scanner or the picture photoed with the digital camera is also proposed. For example, the picture evaluation device indicated to JP,9-284429,A, After asking for a spatial frequency component from the picture information incorporated with the scanner or the digital camera and performing amendment corresponding to people's vision characteristics, it is a device by which the exact imaging quality which was able to take consistency with subjective evaluation value is evaluated by using a value when it changes into uniform color space.

[0010]However, compression / image data by which elongation processing was carried out evaluates "imaging quality on a display in many cases, without outputting "processing picture. Because, since the degradation factor of imaging quality has the large place undertaken to the characteristic of an output machine when a picture is outputted with a printer etc., it is because distinction with degradation of the picture by compression/elongation processing stops sticking.

[0011]Therefore, a method which is indicated by JP,5-284260,A shown above or JP,7-325922,A cannot use compression / image data by which elongation



processing was carried out for the so-called evaluation of "the characteristic of the compression technology of a signal."

[0012]Although the method indicated to JP,9-284429,A is apparently used for compression / evaluation of the imaging quality of image data by which elongation processing was carried out, It can be said that the imaging quality of the digital image information itself incorporated with the scanner or the digital camera is evaluated, and the "characteristic of a picture input device" of a scanner, a digital camera, etc. is evaluated in a sense.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in the coding-related research-and-development field, the SNR value has been used from the former as a method of evaluating the characteristic of compression technology. In SNR, it is expressed with the square sum of the difference value of per the stroke matter of an original image and a processing picture, and, in the case of a color picture, evaluation is performed at a RGB flat surface. SNR is expressed with the following formulas.

[0014]

[Equation 1]

$$SNR = 10 \cdot \log_{10} \frac{255^2}{\frac{\sum (\Delta R^2 + \Delta G^2 + \Delta B^2)}{3 \cdot N}} \quad \dots \textcircled{1}$$

N ; 画素数

[0015]Since SNR is only a square sum of the difference of an original image and a processing picture, it can be said to be the index for judging the "fidelity" of the processing picture over an original image so that it may be expressed with the formula 1.

[0016]The method of "how a picture can be compressed / elongated efficiently and being" a technical problem in a coding-related field of evaluating fidelity like SNR for it to be able to fold was common. That is, in these fields, the method which can reproduce a picture as faithfully as possible has been investigated, making size of the image data after compression as small as possible.

[0017]The derivation method is comparatively easy, it can carry out easily on a computer, and it is also thought that it is one of the reasons SNR has mainly been used that a still more quantitative value can be obtained.

[0018]However, although SNR becomes an index which judges the right and wrong of imaging quality, it is not necessarily reflecting subjectivity correctly. Since it differs, how for it to be visible also by a picture with the same SNR according to the case where a picture is outputted with a certain output machine, or an observation condition should consider the decision criterion which newly reflected the characteristic of the output machine in such a case.

[0019]As long as human being looks at the processed picture, it cannot be said that the valuation method with which human being's subjectivity is not reflected is a not necessarily outstanding valuation method.

[0020]For example, the evaluation system indicated to JP,5-176179,A, When evaluating compression/extended image, it is the valuation method which asked for spatial frequency spectrum from the picture information of an original image and a processing picture, and evaluates imaging quality by comparison of a spectrum and in which human being's subjectivity was made to reflect to compression / picture by which elongation processing was carried out. That is, it is the method of evaluating the degradation factor of imaging quality, and a deterioration degree, by changing the optical information of an original image and a processing picture into spatial frequency information, taking out the spectrum which has influence on human being's vision characteristics from each, and comparing them.

[0021]However, it is necessary to discern correctly in which portion on spatial frequency "the spectrum which has influence on human being's vision characteristics" exists by this method. That is, the spatial frequency characteristics of human being's vision need to grasp the forms of the spatial frequency corresponding to an observation condition, and a spectrum in order to change with the view conditions of a picture.

[0022]As opposed to the picture information of the processing picture by which the purpose of this invention was compressed / elongated with the original image, It is in providing the image evaluation method, device, and recording medium which perform stable and highly precise image evaluation by performing conversion to the uniform color space which expressed the perceptual difference of a color

quantitatively, amending with the vision characteristics of human being corresponding to an observation condition on uniform color space, and calculating a difference value.

[0023]

[Means for Solving the Problem]In order to attain said purpose, in the invention according to claim 1. As opposed to each uniform color space component which is the method of evaluating image quality of a picture (the following, the 2nd picture) which carried out elongation processing after compressing an original image (the following, the 1st picture), changed said the 1st and 2 picture into a uniform color space component, and was this changed, It is characterized by performing amendment corresponding to human being's vision characteristics, and evaluating image quality by making a difference value of a value after this amendment into an evaluation value.

[0024]In the invention according to claim 2, said amendment changes said uniform color space component into a spatial frequency component, carries out the multiplication of the spatial-frequency-characteristics function of human being's vision to a this changed spatial frequency component, and is characterized by being the amendment which transforms a spatial frequency component after this multiplication inversely to a uniform color space component.

[0025]In the invention according to claim 3, said evaluation value is characterized by obtaining from a predetermined value which carried out weighting to a

brightness ingredient and a chromaticity ingredient of said uniform color space, respectively.

[0026]In the invention according to claim 4, said evaluation value is characterized by obtaining from a brightness ingredient of said uniform color space.

[0027]A means which carries out elongation processing in the invention according to claim 5 after compressing original image data, 1st means to change said original image data into image data on uniform color space, 2nd means to change into image data on uniform color space said image data by which elongation processing was carried out, 3rd means to perform amendment corresponding to human being's vision characteristics to an output of said 1st means, It is characterized by having a means to output a difference value of 4th means to perform amendment corresponding to human being's vision characteristics, and an output of said 3rd means and an output of said 4th means, as an evaluation value which evaluates quality of said picture by which elongation processing was carried out, to an output of said 2nd means.

[0028]A function which carries out elongation processing in the invention according to claim 6 after compressing original image data, The 1st conversion function that changes said original image data into image data on uniform color space, The 2nd conversion function that changes into image data on uniform color space said image data by which elongation processing was carried out, The 1st correcting function that performs amendment corresponding to human being's vision

characteristics to an output of said 1st conversion function, The 2nd correcting function that performs amendment corresponding to human being's vision characteristics to an output of said 2nd conversion function, It is characterized by being the recording medium which recorded a program for making a computer realize a function which outputs a difference value of an output of said 1st correcting function, and an output of said 2nd correcting function as an evaluation value which evaluates quality of said picture by which elongation processing was carried out and in which computer reading is possible.

[0029]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one example of this invention is concretely described using a drawing.

<Example 1> In the valuation method of the image quality of compression/extended image Example 1 of this invention, It is an example which obtains the evaluation value of the good and quantitative imaging quality of human being's feeling and correlation using the difference value computed after performing weighting so that the picture information of an original image and the processing picture compressed / elongated may be changed into uniform color space and it may correspond to human being's vision characteristics.

[0030] Drawing 1 shows the composition of Example 1 of this invention. Drawing 2 is a processing flow chart of Example 1. First, the period until compression / elongated processing picture is acquired using drawing 1 is explained. The

compression means 12 performs omission of information, and compression processing to the original image 11 without degradation stored in the memory etc. which are not illustrated (Steps 101 and 102). The compressed image data stream is received by the memory measure 13. the display of the processing unit which the received compressed image data stream is decrypted by the decoding means 14 (extension) (Step 103), and the processing picture 15 is created (Step 104), and is not illustrated -- a preview -- or it is displayed.

[0031]At this time, the picture (processing picture) 15 decrypted (extension) is a loss picture fundamentally. Since it is decided with the bandwidth of a transmission line or a reception device, memory, and display resources, the level of a loss is restricted by these resources depending on the case, omits a part of image data, and compression / also when being elongated, there is.

[0032]There are a JPEG system etc. which used the discrete cosine transform as a compression method of a picture. JPEG systems are standards of graphical data compression.

[0033]Next, the processing picture 15 acquired at Step 104 and the original image 18 are changed into the uniform color space which expresses a perceptual difference of a color quantitatively by the uniform-color-space conversion methods 16 and 19 (Step 105).

[0034]Even if the difference image of a picture changed in this way has a "difference" in data, also when not important for human being's eye, for a certain

reason, the vision-characteristics compensation means 17 and amendment corresponding to [ depend 20 and ] the spatial frequency characteristics of human being's vision are performed (Step 106). That is, moreover, a noise where human being is not seen will be included by the color difference picture with perceptual data drawn in the above-mentioned procedure. Finally color difference is searched for by the difference value calculating means 27, and let a difference value be an evaluation value of imaging quality (Step 107).

[0035] Here, in the uniform-color-space conversion methods 16 and 19, how to change the picture information of the picture for [ evaluating ] into uniform color space is explained as a concrete example. Drawing 3 is an example of composition for obtaining the picture information of uniform color space. The original image 18 and the processing picture 15 compressed / elongated are usually RGB codes 31. First, RGB code 31 is changed into XYZ data by the XYZ-data conversion method 32. XYZ data are the tristimulus values based on the CIE standard illuminant D65 (a color temperature is D65) and a 2 times view (CIE 1931 standard colorimetric system).

[0036] For example, when image data is a "highly minute XYZ-CIELAB-RAB normal standard image (Standard high resolution picture data)" (common name SHIPP) picture, the transformation to the XYZ data to the color temperature D65 is expressed as follows.

[0037]- Defined RGBdata(input data); (R,G,B)



[0038]

[Equation 2]

• I T U-R Rec 709 R G B data ;

$$\begin{pmatrix} R'_{709} \\ G'_{709} \\ B'_{709} \end{pmatrix} = \frac{1}{K_8} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad \text{但し、} K_8 = 2.55$$

[0039]

[Equation 3]

• X Y Z<sub>65</sub> data ;

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} R_{709} * 100 \\ G_{709} * 100 \\ B_{709} * 100 \end{pmatrix}$$

[0040]however[0041]

[Equation 4]

$$V' = \begin{cases} 1.089 * V^{0.45} & -0.099 \quad (0.018 \leq V \leq 1.0) \\ 4.50 * V & (0.0 \leq V \leq 0.018) \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 3.2410 & -1.5374 & -0.4956 \\ -0.9692 & 1.8760 & 0.0416 \\ 0.0556 & -0.2040 & 1.0570 \end{pmatrix}$$

[0042]Next, XYZ data are changed into uniform color space, such as for example, L\*a\*b\* uniform color space, by the uniform-color-space conversion method 33. Here, uniform color space is the coordinates which expressed the perceptual difference of a color quantitatively. Therefore, it is judged that the color difference

searched for using the image data changed on uniform color space is equal to a perceptual difference.

[0043]When changing into L\*a\*b\* uniform color space, a transformation is expressed as follows.

[0044]- L\*a\*b\*data (CIE 1976 L\*a\*b\*data); the color space reflecting human being's color perception [0045]

[Equation 5]

$$\begin{aligned} L^* &= 116 f(Y/Y_n)^{1/3} - 16 && \text{(輝度)} && \dots \textcircled{2} \\ a^* &= 500 \{ f(X/X_n)^{1/3} - f(Y/Y_n)^{1/3} \} \\ b^* &= 200 \{ f(Y/Y_n)^{1/3} - f(Z/Z_n)^{1/3} \} \end{aligned}$$

[0046]However, there are the following correction formulas to a dark color.

[0047]

[Equation 6]

$$\begin{aligned} f(X/X_n) &= (X/X_n)^{1/3} && X/X_n > 0.008856 \text{(明るい色)} \\ f(X/X_n) &= 7.787(X/X_n)^{1/3} + 16/116 && X/X_n \leq 0.008856 \text{(暗い色)} \\ f(X/X_n), f(Z/Z_n) &&& \text{についても同様に求める。} && \dots \textcircled{3} \end{aligned}$$

[0048]In this way, the image data on uniform color space was obtained.

[0049]About XYZ data, although various light sources exist besides D65 light source, the transformation corresponding to them may be used. They may be used for uniform color space although various methods other than the L\*a\*b\* uniform color space mentioned as the example, such as Luv uniform color space, are

proposed.

[0050]Next, an example for acquiring a difference value by the difference value calculating means 21 is explained. That is, it is changed on uniform color space and the original image in which amendment of human being's vision characteristics was performed, and the difference image of a processing picture are taken by a method which is mentioned later.

[0051]Difference value  $\Delta L$  [ of luminosity of a picture element position  $[i, j]$  ] \*  $[i, j]$  can be expressed as follows. Here,  $i$  is a number of the cross direction of a picture and  $j$  is a number of a height direction of a picture.

[0052]

[Equation 7]

$$\Delta L^*[i, j] = L^*_{\text{original}[i, j]} - L^*_{\text{quantized}[i, j]} \quad \dots \textcircled{4}$$

[0053]In this way, it can be said that the difference value (color difference) calculated from the obtained difference image data is equal to the difference of a perceptual color. A color difference formula is expressed as follows, for example.

[0054]

[Equation 8]

$$\text{色差} = \sum_{ij} \{ \Delta L^*[i, j]^2 + \Delta a^*[i, j]^2 + \Delta b^*[i, j]^2 \}^{1/2} \quad \dots \textcircled{6}$$

[0055]<Example 2> -- using the spatial-frequency-characteristics function of human

being's vision as weighting corresponding to the vision characteristics of Example 1 in Example 2 -- the accuracy of an evaluation value is raised.

[0056]How to obtain the image data corresponding to the spatial frequency of the vision of human being of Example 2 is explained below. Drawing 4 shows the composition of Example 2.

[0057]The vision-characteristics compensation means 17 and 20 perform amendment corresponding to the spatial frequency characteristics of human being's vision, and accuracy of an evaluation value improves by taking color difference after that so that it may state below. That is, a processing picture is a loss picture even if, and though quantization (omission of data) was performed on data, if human being does not notice the degradation, I think that there is no degradation of image quality.

[0058]A visual spatial-frequency-characteristics function is explained. In this example, it is considered as a visual spatial-frequency-characteristics function in consideration of the different direction characteristic at a formula which modeled a neural circuit of the retina. First, a formula of spatial frequency characteristics which modeled a neural circuit of the retina can be expressed like the following  $S(f)$ .

Drawing 5 is  $S(f)$  function.

[0059]

[Equation 9]

$$S(f) = 1.5 \cdot \exp(-\sigma^2 \omega^2 / 2) - \exp(-2 \cdot \sigma^2 \omega^2) \quad \dots \textcircled{5}$$

但し、 $\sigma = 2$ ,  $\omega = 2 \pi f / 60$ ,  $f = (u^2 + v^2)^{1/2}$ ,  
 $(u, v)$  ; 空間周波数 [cycle/degree]

[0060]Next, visual anisotropy is taken into consideration. When seeing the rudder pattern which generally inclined 45 degrees compared with the rudder pattern vertical [ human being ] and horizontal, spectral luminous efficacy is said to fall to an abbreviation half. Visual anisotropy can be expressed like the following O (theta, f) using H (f) and G (f). Drawing 6 is H (f) and G (f) function, and drawing 7 is O (theta, f) function.

[0061]

[Equation 10]

$$O(\theta, f) = H(f) + G(f) \cdot \cos^4 2\theta$$

$$H(f) = \frac{1}{\exp\{\beta(f - f_c)\} + 1}, \quad G(f) = \frac{\exp\{\beta - (f - f_c)\}}{\exp\{\beta(f - f_c)\} + 1}$$

但し、 $\theta = \tan^{-1}(v/u)$ ,  $f = (u^2 + v^2)^{1/2}$ ,  
 $f_c = 11.13$  [cycle/degree],  $\beta = 8$  ...⑦

[0062]However, the constants  $f_c$  and  $\beta$  are values in case observation distance is 4 times the height of the picture displayed on the display. Since it depends for visual spatial frequency characteristics on observation distance, it fully needs to be cautious of such a constant.

[0063]The spatial frequency characteristics R of the vision which has anisotropy (u, v) serve as a product of S (f) and O (theta, f), and are expressed with the following

formula. Drawing 8 is  $R(u, v)$  function.

[0064]

$R(u, v) = S(f) * O(\theta, f)$  ... in order to obtain the image data in consideration of the spatial frequency characteristics of \*\* vision of uniform color space, For example, the image data (input data 41 of drawing 4) on uniform color space is changed into a spatial frequency component by the spatial frequency component conversion method 42 using the Fourier transform, and the multiplication of the spatial frequency characteristics  $R$  of the vision searched for above by the multiplication means 43 ( $u, v$ ) is carried out.

[0065] Finally, it returns to image data (output data 45 of drawing 4) on uniform color space by the spatial frequency component inverse transformation means 44. By processing image data by such a method, data of not taking into consideration change of a color which is not in sight easily "which does not take into consideration on data a portion which human being does not notice even if it has deteriorated" will be created to an eye of - human being who removes a noise etc. of a high frequency component which is not easily visible to - human being's eye.

[0066] They may be used although various methods are proposed by searching for visual spatial frequency characteristics. They may be used for it although various methods other than the Fourier transform mentioned as the above-mentioned example, such as wavelet transform, are proposed by spatial frequency component converting method.

[0067]<Example 3> Example 3 is an example which raises accuracy of an evaluation value by amending by a suitable constant for each to a brightness ingredient and a chromaticity ingredient of a difference value in uniform color space which were obtained in Example 1 and Example 2.

[0068]In this example, color difference is derived, after amending by a coefficient for which it was respectively suitable to three ingredients of uniform color space drawn in Example 1, for example,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ , and  $\Delta b^*$ .

[0069]For human being, since information on brightness ingredient  $\Delta L^*$  is the most important, accuracy of an evaluation value improves by carrying out weighting to each ingredient with a correction factor. An amended color difference formula is expressed as follows, using the coefficient epsilon, zeta, and xi.

[0070]

[Equation 11]

補正された色差＝

$$\sum_{ij} \{ \epsilon \cdot \Delta L^*[i,j]^2 + \zeta \cdot \Delta a^*[i,j]^2 + \xi \cdot \Delta b^*[i,j]^2 \}^{1/2} \dots \textcircled{11}$$

[0071]<Example 4> This example is an example which obtains an evaluation value more simply, when human being's feeling uses only the most sensitive brightness ingredient for evaluation to the brightness ingredient and chromaticity ingredient of a difference value in the uniform color space of Example 3.

[0072]In Example 4, an evaluation value is derived using brightness ingredient

$\Delta L^* [i, j]$  which is the most important information for human being among three ingredients of the uniform color space drawn in Example 1, for example,  $\Delta L^* [i, j]$ ,  $\Delta a^* [i, j]$ , and  $\Delta b^* [i, j]$ . It is easily calculable by such a method.

[0073]An evaluation value is expressed with the following formula.

[0074]

[Equation 12]

$$\text{評価値} = \sum_{ij} |\Delta L^*[i, j]| \quad \dots \textcircled{10}$$

[0075]Next, the relation of the evaluation value and subjective evaluation value which are acquired by the method of this invention is explained using an example. Bride was used for the picture for evaluation out of "the highly minute XYZ-CIELAB-RAB normal standard image (Standard High Precision Picture data) (common name SHIPP)." Bride is a picture of the woman covered with a veil.

[0076]The light source used the light source of D65 so that it might correspond to the conditions of the color temperature used when changing into XYZ data. Observation distance took "4 times" of the length of the lengthwise direction of the picture displayed on the display so that it might correspond to conditions when the spatial frequency characteristics of human being's vision are drawn.

[0077]Drawing 9 is a graph showing the correlation of the object evaluation value (horizontal axis) drawn by the method of this invention, and the evaluation items (vertical axis) of the image quality of the sample picture (the compression ratio was



changed) called for as a result of the subjectivity evaluation experiment.

[0078]A contribution of an object evaluation value obtained by this invention and actual subjective evaluation value was 0.933. A graph shows that an evaluation value drawn by this invention expresses subjective evaluation value well, so that the point inclines and it is located in a line on a straight line of 1 [ -]. Here, a contribution is a square of a correlation coefficient.

[0079]<Example 5> This invention is not limited to the above-mentioned example, but software can also realize it. When software realizes this invention, as shown in drawing 10, a computer system which consists of CPU, a memory, a display, a hard disk, a keyboard, a CD-ROM drive, a mouse, etc. is prepared. A program etc. which realize an image evaluation processing capability and procedure of this invention are recorded on a recording medium which CD-ROM etc. can computer read. An original image and compression, and a picture by which elongation processing was carried out are stored in a hard disk etc. And CPU reads the processing capability above-mentioned from a recording medium, and a program which realizes procedure, performs evaluation processing of a picture read from a hard disk etc., and carries out the display output of the evaluation result to a display etc.

[0080]

[Effect of the Invention]As mentioned above, as explained, according to the invention of claims 1 and 5 and six statements, the picture information of the picture

which are an original image, and compression/extended image to be evaluated is changed into uniform color space, Since amendment which furthermore took into consideration the spatial frequency characteristics of human being's vision is performed and the quality of a picture is evaluated using the difference value after amendment, \*\*\*\*\* with them can be obtained. [ good feeling and correlation of human being, and ] [ highly precise ]

[0081]Since the amendment according to the spatial frequency characteristics of human being's vision is added to the spatial frequency component according to the invention according to claim 2, an image evaluation value with them can be obtained. [ good feeling and correlation of human being, and ] [ highly precise ]

[0082]According to the invention according to claim 3, since the difference value computed after adding amendment by the suitable constant for each to a brightness ingredient and a chromaticity ingredient is made into the evaluation value, an image evaluation value with them can be obtained. [ good feeling and correlation of human being and ] [ highly precise ]

[0083]According to the invention according to claim 4, since the difference value computed from a brightness ingredient is used as an evaluation value, an image evaluation value with the sufficient feeling and correlation of human being can be obtained by easy calculation.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The composition of Example 1 of this invention is shown.

[Drawing 2]It is a processing flow chart of Example 1 of this invention.

[Drawing 3]It is an example of composition for obtaining the picture information of uniform color space.

[Drawing 4]The composition of Example 2 of this invention is shown.

[Drawing 5]The function of spatial frequency characteristics when the neural circuit of the retina is modeled is shown.

[Drawing 6]H (f) and G (f) function are shown.

[Drawing 7]O (theta, f) function showing visual anisotropy is shown.

[Drawing 8]A visual spatial-frequency-characteristics function is shown.

[Drawing 9]The correlation of the object evaluation value obtained by this invention and the subjective evaluation value acquired from the experimental result is shown.

[Drawing 10]The example of composition in case software realizes this invention is shown.

[Description of Notations]

11 Original image

12 Compression means

13 Memory measure

14 Decoding means

15 The picture for [ evaluating ] (processing picture)

Japanese Publication number : 11- 261740A

16 and 19 Uniform-color-space conversion method

17 and 20 Vision-characteristics compensation means

18 The picture for [ evaluating ] (original image)

21 Difference value calculating means